

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Jc971 U.S. PTO  
09/973148

10/08/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年12月 5日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-369444

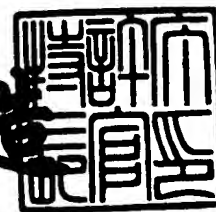
出 願 人  
Applicant(s):

ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロ  
ジー・カンパニー・エルエルシー

2001年 7月27日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3067727

【書類名】 特許願

【整理番号】 16NM00208

【提出日】 平成12年12月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 5/055

【発明の名称】 画像処理方法および装置、記録媒体並びに画像撮影装置

【請求項の数】 49

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都日野市旭が丘四丁目 7 番地の 1 2 7 ジーイー横  
河メディカルシステム株式会社内

    【氏名】 荻野 徹男

【特許出願人】

    【識別番号】 300019238

    【氏名又は名称】 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テク  
ノロジー・カンパニー・エルエルシー

【代理人】

    【識別番号】 100085187

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 井島 藤治

【選任した代理人】

    【識別番号】 100090424

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 鮫島 信重

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 009542

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0005611

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理方法および装置、記録媒体並びに画像撮影装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する、  
ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2】 マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節を行い、

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、  
ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 3】 マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、

前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算し、

前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節を行い

、  
前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、  
ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 4】 前記画素値の抑制は 1 未満の係数を乗じることによって行う、  
ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理方法。

【請求項 5】 前記画素値の抑制は予め定めた数値を減じることによって行う、

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理方法。

【請求項 6】 画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する、

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 7】 マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節を行い、

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、  
ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 8】 マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、

前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算し、

前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節を行い、

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、  
ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 9】 前記画素値の強調は 1 以上の係数を乗じることによって行う、  
ことを特徴とする請求項 6 ないし請求項 8 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理方法。

【請求項 10】 前記画素値の強調は予め定めた数値を加えることによって行う、  
ことを特徴とする請求項 6 ないし請求項 8 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処

理方法。

【請求項 1 1】 画像の全体にわたって設定した複数の局所領域ごとに画素値の残差平方和を求め、前記残差平方和のヒストグラムを求め、前記ヒストグラムのピークを与える残差平方和に基づいて前記ノイズの分散を求める、ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 1 0 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理方法。

【請求項 1 2】 前記画像は血流画像である、ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 1 1 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理方法。

【請求項 1 3】 画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 4】 マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節手段と、

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 5】 マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、

前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算する加算手段と、

前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節手段と

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、

を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 6】 前記画素値調節手段は、

前記画素値の抑制を 1 未満の係数を乗じることによって行う、  
ことを特徴とする請求項 1 3 ないし請求項 1 5 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 1 7】 前記画素値調節手段は、

前記画素値の抑制を予め定めた数値を減じることによって行う、  
ことを特徴とする請求項 1 3 ないし請求項 1 5 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 1 8】 画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節手段と、  
を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 9】 マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節手段と、

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、

を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2 0】 マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、

前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域におけ

る画素値の分散を加算する加算手段と、

前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節手段と

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、

を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2 1】 前記画素値調節手段は、

前記画素値の強調を 1 以上の係数を乗じることによって行う、  
ことを特徴とする請求項 1 8 ないし請求項 2 0 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 2 2】 前記画素値調節手段は、

前記画素値の強調を予め定めた数値を加えることによって行う、  
ことを特徴とする請求項 1 8 ないし請求項 2 0 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 2 3】 前記ノイズの分散を求めるための手段として、

画像の全体にわたって設定した複数の局所領域ごとに画素値の残差平方和を求め、前記残差平方和のヒストグラムを求め、前記ヒストグラムのピークを与える残差平方和に基づいてノイズの分散を求めるノイズ分散計算手段、  
を具備することを特徴とする請求項 1 3 ないし請求項 2 2 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 2 4】 前記画像は血流画像である、

ことを特徴とする請求項 1 3 ないし請求項 2 3 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 2 5】 画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する、  
機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能



なように記録したことを特徴とする記録媒体。

【請求項 2 6】 マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節を行い、

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、  
機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする記録媒体。

【請求項 2 7】 マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、

前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算し、

前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節を行い、

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、  
機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする記録媒体。

【請求項 2 8】 前記画素値の抑制は 1 未満の係数を乗じることによって行う、

ことを特徴とする請求項 2 5 ないし請求項 2 7 のうちのいずれか 1 つに記載の記録媒体。

【請求項 2 9】 前記画素値の抑制は予め定めた数値を減じることによって行う、

ことを特徴とする請求項 2 5 ないし請求項 2 7 のうちのいずれか 1 つに記載の記録媒体。

【請求項 3 0】 画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値

を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する、  
機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする記録媒体。

【請求項 3 1】 マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節を行い、

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、  
機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする記録媒体。

【請求項 3 2】 マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、

前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算し、

前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節を行い、

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、  
機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする記録媒体。

【請求項 3 3】 前記画素値の強調は 1 以上の係数を乗じることによって行う、

ことを特徴とする請求項 3 0 ないし請求項 3 2 のうちのいずれか 1 つに記載の記録媒体。

【請求項 3 4】 前記画素値の強調は予め定めた数値を加えることによって行う、

ことを特徴とする請求項 3 0 ないし請求項 3 2 のうちのいずれか 1 つに記載の記録媒体。

【請求項 3 5】 画像の全体にわたって設定した複数の局所領域ごとに画素

値の残差平方和を求め、前記残差平方和のヒストグラムを求め、前記ヒストグラムのピークを与える残差平方和に基づいて前記ノイズの分散を求める、機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする請求項 2 5 ないし請求項 3 4 のうちのいずれか 1 つに記載の記録媒体。

【請求項 3 6】 前記画像は血流画像である、ことを特徴とする請求項 2 5 ないし請求項 3 5 のうちのいずれか 1 つに記載の記録媒体。

【請求項 3 7】 対象から収集した信号に基づいて画像を生成する画像撮影装置であって、

画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節手段と、を具備することを特徴とする画像撮影装置。

【請求項 3 8】 対象から収集した信号に基づいて画像を生成する画像撮影装置であって、

マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節手段と、

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、

を具備することを特徴とする画像撮影装置。

【請求項 3 9】 対象から収集した信号に基づいて画像を生成する画像撮影装置であって、

マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、

前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域にお

る画素値の分散を加算する加算手段と、

前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節手段と

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、

を具備することを特徴とする画像撮影装置。

【請求項 4 0】 前記画素値調節手段は、

前記画素値の抑制を 1 未満の係数を乗じることによって行う、  
ことを特徴とする請求項 3 7 ないし請求項 3 9 のうちのいずれか 1 つに記載の画像撮影装置。

【請求項 4 1】 前記画素値調節手段は、

前記画素値の抑制を予め定めた数値を減じることによって行う、  
ことを特徴とする請求項 3 7 ないし請求項 3 9 のうちのいずれか 1 つに記載の画像撮影装置。

【請求項 4 2】 対象から収集した信号に基づいて画像を生成する画像撮影装置であって、

画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節手段と、  
を具備することを特徴とする画像撮影装置。

【請求項 4 3】 対象から収集した信号に基づいて画像を生成する画像撮影装置であって、

マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、

前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節手段と、

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値

投影手段と、

を具備することを特徴とする画像撮影装置。

【請求項 4 4】 対象から収集した信号に基づいて画像を生成する画像撮影装置であって、

マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、

前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算する加算手段と、

前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節手段と

前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、

を具備することを特徴とする画像撮影装置。

【請求項 4 5】 前記画素値調節手段は、

前記画素値の強調を 1 以上の係数を乗じることによって行う、  
ことを特徴とする請求項 4 2 ないし請求項 4 4 のうちのいずれか 1 つに記載の画像撮影装置。

【請求項 4 6】 前記画素値調節手段は、

前記画素値の強調を予め定めた数値を加えることによって行う、  
ことを特徴とする請求項 4 2 ないし請求項 4 4 のうちのいずれか 1 つに記載の画像撮影装置。

【請求項 4 7】 前記ノイズの分散を求めるための手段として、

画像の全体にわたって設定した複数の局所領域ごとに画素値の残差平方和を求め、前記残差平方和のヒストグラムを求め、前記ヒストグラムのピークを与える残差平方和に基づいてノイズの分散を求めるノイズ分散計算手段、  
を具備することを特徴とする請求項 3 7 ないし請求項 4 6 のうちのいずれか 1 つに記載の画像撮影装置。

【請求項 4 8】 前記画像は血流画像である、

ことを特徴とする請求項 3 7 ないし請求項 4 7 のうちのいずれか 1 つに記載の画像撮影装置。

【請求項 4 9】 前記信号は磁気共鳴信号である、  
ことを特徴とする請求項 3 7 ないし請求項 4 8 のうちのいずれか 1 つに記載の画像撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像処理方法および装置、記録媒体並びに画像撮影装置に関し、特に、画像を構成する画素値を調節する画像処理方法および装置、そのような画像処理機能をコンピュータに実現させるプログラムを記録した媒体、並びに、そのような画像処理装置を備えた画像撮影装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

磁気共鳴撮影 (MRI : Magnetic Resonance Imaging) 装置では、マグネットシステム (magnet system) の内部空間、すなわち、静磁場を形成した空間に撮影の対象を搬入し、勾配磁場および高周波磁場を印加して対象内のスピン (spin) に磁気共鳴信号を発生させ、その受信信号に基づいて断層像を生成する。

【0 0 0 3】

勾配磁場や高周波磁場がスピンに及ぼす影響は、血流中のスピンのように体内を移動するものと組織中のスピンのように移動しないものでは相違がある。これを利用して、体内を移動するスピンの像すなわち例えば血流像等を撮影することが行われる。

【0 0 0 4】

血流像の撮影には、タイムオブフライト (TOF : Time of Flight) 法やフェーズコントラスト (PC : Phase Contrast) 法等が用いられる。

【0 0 0 5】

これらの技法のいずれかを用い、3次元領域に関するマルチスライス (multi slice) の血流断層像を撮影し、これらマルチスライスの血流断層像をスライス厚方向に最大値投影 (MIP: Maximum Intensity Projection) することにより、3次元領域における血流の投影像を得る。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記のようにして血流の投影像を得る場合、微弱な血流はノイズ (noise) に埋もれて投影されない場合がある。また、画像の平均信号強度がスライス間で異なる場合は、平均信号強度の小さい画像における血流像は平均信号強度の大きい画像におけるノイズに埋もれて投影されない。

【0007】

そこで、本発明の課題は、画像の実質的構造に関わる画素とそれ以外の画素との格差を強調する画像処理方法および装置、そのような画像処理機能をコンピュータに実現させるプログラムを記録した媒体、並びに、そのような画像処理装置を備えた画像撮影装置を実現することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

(1) 上記の課題を解決するための1つの観点での発明は、画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する、ことを特徴とする画像処理方法である。

【0009】

(2) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置である。

## 【 0 0 1 0 】

(3) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する、機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする記録媒体である。

## 【 0 0 1 1 】

(4) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、対象から収集した信号に基づいて画像を生成する画像撮影装置であって、画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節手段と、を具備することを特徴とする画像撮影装置である。

## 【 0 0 1 2 】

上記(1)～(4)に記載の各観点での発明では、画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、これがノイズの分散より有意に大きいときは注目画素の画素値を維持し、そうでないときは注目画素の画素値を抑制するので、画像の実質的構造に関わる画素とそれ以外の画素との格差を強調することができる。

## 【 0 0 1 3 】

(5) 上記の課題を解決するための1つの観点での発明は、画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する、ことを特徴とする画像処理方法である。

## 【 0 0 1 4 】

(6) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、画像を構成する画素



を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置である。

## 【0015】

(7) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する、機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする記録媒体である。

## 【0016】

(8) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、対象から収集した信号に基づいて画像を生成する画像撮影装置であって、画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節手段と、を具備することを特徴とする画像撮影装置である。

## 【0017】

上記(5)～(8)に記載の各観点での発明では、画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、これがノイズの分散より有意に大きいときは注目画素の画素値を強調し、そうでないときは注目画素の画素値を維持するので、画像の実質的構造に関わる画素とそれ以外の画素との格差を強調することができる。

## 【0018】

また、(1)～(8)に記載の各観点において、前記画像を血流画像とすることにより、血流像に関わる画素とそれ以外の画素との格差を強調することができる。

## 【 0 0 1 9 】

また、上記（４）および（８）に記載の各観点での発明において、前記信号を磁気共鳴信号とすることにより、磁気共鳴撮影画像について上記のことを実現することができる。

## 【 0 0 2 0 】

（９）上記の課題を解決するための他の観点での発明は、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節を行い、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、ことを特徴とする画像処理方法である。

## 【 0 0 2 1 】

（１０）上記の課題を解決するための他の観点での発明は、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節手段と、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置である。

## 【 0 0 2 2 】

（１１）上記の課題を解決するための他の観点での発明は、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節を行い、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする記録媒体である。

## 【 0 0 2 3 】

（１２）上記の課題を解決するための他の観点での発明は、対象から収集した

信号に基づいて画像を生成する画像撮影装置であって、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節手段と、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、を具備することを特徴とする画像撮影装置である。

## 【 0 0 2 4 】

上記（９）～（１２）に記載の各観点での発明では、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、これがノイズの分散より有意に大きいときは注目画素の画素値を維持し、そうでないときは注目画素の画素値を抑制するので、画像の実質的構造に関わる画素とそれ以外の画素との格差を強調することができる。また、このような格差強調を行ったマルチスライス画像を最大値投影するので、画像の実質的構造に関わる信号強度の微弱な画素の投影像を得ることができる。

## 【 0 0 2 5 】

（１３）上記の課題を解決するための他の観点での発明は、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節を行い、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、ことを特徴とする画像処理方法である。

## 【 0 0 2 6 】

（１４）上記の課題を解決するための他の観点での発明は、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節手段と、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、を具備することを特

徴とする画像処理装置である。

【0027】

(15) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節を行い、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする記録媒体である。

【0028】

(16) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、対象から収集した信号に基づいて画像を生成する画像撮影装置であって、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、前記求めた分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節手段と、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、を具備することを特徴とする画像撮影装置である。

【0029】

上記(13)～(16)に記載の各観点での発明では、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、これがノイズの分散より有意に大きいときは注目画素の画素値を強調し、そうでないときは注目画素の画素値を維持するので、画像の実質的構造に関わる画素とそれ以外の画素との格差を強調することができる。また、このような格差強調を行ったマルチスライス画像を最大値投影するので、画像の実質的構造に関わる信号強度の微弱な画素の投影像を得ることができる。

【0030】

また、(9)～(16)に記載の各観点での発明において、前記画像を血流画像とすることにより、血流像に関わる画素とそれ以外の画素との格差を強調する

ことができ、このような格差強調を行ったマルチスライス画像を最大値投影することにより、微弱な血流の投影像を得ることができる。

【0031】

また、上記（12）および（16）に記載の各観点での発明において、前記信号を磁気共鳴信号とすることにより、磁気共鳴撮影画像について上記のことを実現することができる。

【0032】

（17）上記の課題を解決するための他の観点での発明は、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算し、前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節を行い、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、ことを特徴とする画像処理方法である。

【0033】

（18）上記の課題を解決するための他の観点での発明は、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算する加算手段と、前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節手段と、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置である。

【0034】

（19）上記の課題を解決するための他の観点での発明は、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算し、前記加算した分散がノ

イズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節を行い、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする記録媒体である。

## 【 0 0 3 5 】

(20) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、対象から収集した信号に基づいて画像を生成する画像撮影装置であって、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算する加算手段と、前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を維持しそうでないときは前記注目画素の画素値を抑制する画素値調節手段と、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、を具備することを特徴とする画像撮影装置である。

## 【 0 0 3 6 】

上記(17)～(20)に記載の各観点での発明では、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、これに近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算し、この加算値がノイズの分散より有意に大きいときは注目画素の画素値を維持し、そうでないときは注目画素の画素値を抑制するので、画像の実質的構造に関わる画素とそれ以外の画素との格差をさらに良く強調することができる。また、このような格差強調を行ったマルチスライス画像を最大値投影するので、画像の実質的構造に関わる信号強度の微弱な画素のより良い投影像を得ることができる。

## 【 0 0 3 7 】

(21) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注

目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算し、前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節を行い、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、ことを特徴とする画像処理方法である。

## 【0038】

(22) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算する加算手段と、前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節手段と、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置である。

## 【0039】

(23) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、前記求めた分散に近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算し、前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節を行い、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う、機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする記録媒体である。

## 【0040】

(24) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、対象から収集した信号に基づいて画像を生成する画像撮影装置であって、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求める分散計算手段と、前記求めた分散に近隣スライスの画

像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算する加算手段と、前記加算した分散がノイズの分散より有意に大きいときは前記注目画素の画素値を強調しそうでないときは前記注目画素の画素値を維持する画素値調節手段と、前記画素値調節を行ったマルチスライス画像について最大値投影を行う最大値投影手段と、を具備することを特徴とする画像撮影装置である。

## 【0041】

上記(21)～(24)に記載の各観点での発明では、マルチスライス画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め、これに近隣スライスの画像の対応注目画素が属する局所領域における画素値の分散を加算し、この加算値がノイズの分散より有意に大きいときは注目画素の画素値を強調し、そうでないときは注目画素の画素値を維持するので、画像の実質的構造に関わる画素とそれ以外の画素との格差をさらに良く強調することができる。また、このような格差強調を行ったマルチスライス画像を最大値投影するので、画像の実質的構造に関わる信号強度の微弱な画素のより良い投影像を得ることができる。

## 【0042】

また、(17)～(24)に記載の各観点での発明において、前記画像を血流画像とすることにより、血流像に関わる画素とそれ以外の画素との格差をさらに良く強調することができ、このような格差強調を行ったマルチスライス画像を最大値投影することにより、微弱な血流のより良い投影像を得ることができる。

## 【0043】

また、上記(20)および(24)に記載の各観点での発明において、前記信号を磁気共鳴信号とすることにより、磁気共鳴撮影画像について上記のことを実現することができる。

## 【0044】

上記(1)～(24)に記載の各観点での発明において、ノイズの分散は、画像の全体にわたって設定した複数の局所領域ごとに画素値の残差平方和を求め、残差平方和のヒストグラムを求め、ヒストグラムのピークを与える残差平方和に基づいて求めることが、画像に即したノイズ分散を得る点で好ましい。



【 0 0 4 5 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、本発明は実施の形態に限定されるものではない。図1に画像撮影装置すなわち磁気共鳴撮影 (MRI : Magnetic Resonance Imaging) 装置のブロック (block) 図を示す。本装置は本発明の実施の形態の一例である。本装置の構成によって、本発明の装置に関する実施の形態の一例が示される。本装置の動作によって、本発明の方法に関する実施の形態の一例が示される。

【 0 0 4 6 】

図1に示すように、本装置はマグネットシステム100を有する。マグネットシステム100は主磁場コイル (coil) 部102、勾配コイル部106およびRF (radio frequency) コイル部108を有する。これら各コイル部は概ね円筒状の形状を有し、互いに同軸的に配置されている。マグネットシステム100の概ね円柱状の内部空間 (ボア : bore) に、撮影する対象300がクレードル (cradle) 500に搭載されて図示しない搬送手段により搬入および搬出される。

【 0 0 4 7 】

主磁場コイル部102はマグネットシステム100の内部空間に静磁場を形成する。静磁場の方向は概ね対象300の体軸の方向に平行である。すなわちいわゆる水平磁場を形成する。主磁場コイル部102は例えば超伝導コイルを用いて構成される。なお、超伝導コイルに限らず常伝導コイル等を用いて構成しても良いのはもちろんである。

【 0 0 4 8 】

勾配コイル部106は静磁場強度に勾配を持たせるための勾配磁場を生じる。発生する勾配磁場は、スライス (slice) 勾配磁場、リードアウト (read out) 勾配磁場およびフェーズエンコード (phase encode) 勾配磁場の3種であり、これら3種類の勾配磁場に対応して勾配コイル部106は図示しない3系統の勾配コイルを有する。

【 0 0 4 9 】

R F コイル部 1 0 8 は静磁場空間に対象 3 0 0 の体内のスピンを励起するための高周波磁場を形成する。以下、高周波磁場を形成することを R F 励起信号の送信という。R F コイル部 1 0 8 は、また、励起されたスピンが生じる電磁波すなわち磁気共鳴信号を受信する。

## 【 0 0 5 0 】

R F コイル部 1 0 8 は図示しない送信用のコイルおよび受信用のコイルを有する。送信用のコイルおよび受信用のコイルは、同じコイルを兼用するかあるいはそれぞれ専用のコイルを用いる。

## 【 0 0 5 1 】

勾配コイル部 1 0 6 には勾配駆動部 1 3 0 が接続されている。勾配駆動部 1 3 0 は勾配コイル部 1 0 6 に駆動信号を与えて勾配磁場を発生させる。勾配駆動部 1 3 0 は、勾配コイル部 1 0 6 における 3 系統の勾配コイルに対応して、図示しない 3 系統の駆動回路を有する。

## 【 0 0 5 2 】

R F コイル部 1 0 8 には R F 駆動部 1 4 0 が接続されている。R F 駆動部 1 4 0 は R F コイル部 1 0 8 に駆動信号を与えて R F 励起信号を送信し、対象 3 0 0 の体内のスピンを励起する。

## 【 0 0 5 3 】

R F コイル部 1 0 8 にはデータ収集部 1 5 0 が接続されている。データ収集部 1 5 0 は R F コイル部 1 0 8 が受信した受信信号を取り込み、それをビューデータ (view data) として収集する。

## 【 0 0 5 4 】

勾配駆動部 1 3 0、R F 駆動部 1 4 0 およびデータ収集部 1 5 0 には制御部 1 6 0 が接続されている。制御部 1 6 0 は、勾配駆動部 1 3 0 ないしデータ収集部 1 5 0 をそれぞれ制御して撮影を遂行する。

## 【 0 0 5 5 】

データ収集部 1 5 0 の出力側はデータ処理部 1 7 0 に接続されている。データ処理部 1 7 0 は、例えばコンピュータ (computer) 等を用いて構成される。データ処理部 1 7 0 は図示しないメモリ (memory) を有する。メモリ

はデータ処理部 170 用のプログラムおよび各種のデータを記憶している。本装置の機能は、データ処理部 170 がメモリに記憶されたプログラムを実行することによりを実現される。

## 【0056】

データ処理部 170 は、データ収集部 150 から取り込んだビューデータをメモリに記憶する。メモリ内にはデータ空間が形成される。データ空間は 2 次元フーリエ (Fourier) 空間を構成する。2 次元フーリエ空間を  $k$  スペース ( $k$ -space) ともいう。データ処理部 170 は、これら 2 次元フーリエ空間のデータを 2 次元逆フーリエ変換して対象 300 の画像を生成 (再構成) する。

## 【0057】

2 次元逆フーリエ変換により再構成した画像の画素値は複素数となる。複素数の絶対値を用いて絶対値画像を構成する。複素数の実数部 (リアルパート: real part) を用いて実数部画像を構成することができる。複素数の虚数部 (イマジナリパート: imaginary part) を用いて虚数部画像を構成することができる。実数部および虚数部はいずれも正負の値をとることができる。これらの画像を正負画像ともいう。

## 【0058】

データ処理部 170 は再構成した画像について画素値の分散を求めるための画像処理を行う機能を有する。データ処理部 170 は、また、再構成した画像についてノイズの分散を求めるための画像処理を行う機能を有する。データ処理部 170 は、さらに、再構成した画像について画素値を調節するための画像処理を行う機能を有する。また、画素値を調節した画像について最大値投影 (MIP: Maximum Intensity Projection) を行うための画像処理を行う機能を有する。このようなデータ処理部 170 の画像処理機能については後にあらためて説明する。

## 【0059】

データ処理部 170 は、本発明における画像処理装置の実施の形態の一例である。本装置の構成によって、本発明の装置に関する実施の形態の一例が示される。本装置の動作によって、本発明の方法に関する実施の形態の一例が示される。

## 【0060】

データ処理部170は制御部160に接続されている。データ処理部170は制御部160の上位にあってそれを統括する。データ処理部170には表示部180および操作部190が接続されている。表示部180は、グラフィックディスプレイ (graphic display) 等で構成される。操作部190はポインティングデバイス (pointing device) を備えたキーボード (keyboard) 等で構成される。

## 【0061】

表示部180は、データ処理部170から出力される再構成画像および各種の情報を表示する。操作部190は、操作者によって操作され、各種の指令や情報等をデータ処理部170に入力する。操作者は表示部180および操作部190を通じてインタラクティブ (interactive) に本装置を操作する。

## 【0062】

図2に、他の方式のMRI装置のブロック図を示す。本装置は本発明の実施の形態の一例である。本装置の構成によって、本発明の装置に関する実施の形態の一例が示される。

## 【0063】

図2に示す装置は、図1に示した装置とは方式を異にするマグネットシステム100'を有する。マグネットシステム100'以外は図1に示した装置と同様な構成になっており、同様な部分に同一の符号を付して説明を省略する。

## 【0064】

マグネットシステム100'は主磁場マグネット部102'、勾配コイル部106'およびRFコイル部108'を有する。これら主磁場マグネット部102'および各コイル部は、いずれも空間を挟んで互いに対向する1対のものからなる。また、いずれも概ね円盤状の形状を有し中心軸を共有して配置されている。マグネットシステム100'の内部空間(ボア)に、対象300がクレードル500に搭載されて図示しない搬送手段により搬入および搬出される。

## 【0065】

主磁場マグネット部102'はマグネットシステム100'の内部空間に静磁

場を形成する。静磁場の方向は概ね対象 3 0 0 の体軸方向と直交する。すなわちいわゆる垂直磁場を形成する。主磁場マグネット部 1 0 2' は例えば永久磁石等を用いて構成される。なお、永久磁石に限らず超伝導電磁石あるいは常伝導電磁石等を用いて構成しても良いのはもちろんである。

## 【 0 0 6 6 】

勾配コイル部 1 0 6' は静磁場強度に勾配を持たせるための勾配磁場を生じる。発生する勾配磁場は、スライス勾配磁場、リードアウト勾配磁場およびフェーズエンコード勾配磁場の 3 種であり、これら 3 種類の勾配磁場に対応して勾配コイル部 1 0 6' は図示しない 3 系統の勾配コイルを有する。

## 【 0 0 6 7 】

R F コイル部 1 0 8' は静磁場空間に対象 3 0 0 の体内のスピンを励起するための R F 励起信号を送信する。R F コイル部 1 0 8' は、また、励起されたスピが生じる磁気共鳴信号を受信する。R F コイル部 1 0 8' は図示しない送信用のコイルおよび受信用のコイルを有する。送信用のコイルおよび受信用のコイルは、同じコイルを兼用するかあるいはそれぞれ専用のコイルを用いる。

## 【 0 0 6 8 】

図 3 に、本装置の動作のフロー ( f l o w ) 図を示す。図 1 に示した装置も図 2 に示した装置も同じ動作をする。同図に示すように、ステップ ( s t e p ) 3 0 2 で、血流像撮影を行う。血流像の撮影にはタイムオブフライト ( T O F : T i m e o f F l i g h t ) 法またはフェーズコントラスト ( P C : P h a s e C o n t r a s t ) 法等が用いられる。また、マルチスライス ( M u l t i S l i c e ) により撮影が行われる。これによって、図 4 に概念的に示すように、対象 3 0 0 の 3 次元領域に関するマルチスライスの血流断層像 S 1 , S 2 , S 3 , . . . , S m が撮影される。

## 【 0 0 6 9 】

次に、ステップ 3 0 4 で、血流断層像 S 1 , S 2 , S 3 , . . . , S m について画素値調節を行う。画素値調節は、データ処理部 1 7 0 のデータ処理機能によって行われる。以下、血流断層像を単に画像とも言う。

## 【 0 0 7 0 】

図 5 に、画素値調節の詳細なフロー図を示す。同図に示すように、ステップ 5 0 2 で、スライス指定が行われる。これによって、画像 S 1, S 2, S 3, . . . , S m のうちの 1 つ例えば画像 S 1 が指定される。

【0 0 7 1】

次に、ステップ 5 0 4 で、ノイズ分散の計算が行われる。ステップ 5 0 4 で、ノイズ分散を計算するデータ処理部 1 7 0 は、本発明におけるノイズ分散計算手段の実施の形態の一例である。ノイズ分散計算の詳細なフロー図を図 6 に示す。同図に示すように、ステップ 6 0 2 で、画像における局所領域を指定する。局所領域とは、次のステップでの計算に用いる画素値が属する領域である。最初の領域としては、例えば画像の中央における局所領域が指定される。

【0 0 7 2】

局所領域として N x N の画素マトリクス (matrix) が採用される。N は例えば 9 である。なお、マトリクスサイズ (matrix size) これに限るものではなく、適宜のマトリクスサイズとして良い。また、正方マトリクスに限るものではなく、画素を中心とする適宜の領域として良い。以下、局所領域を単に領域ともいう。

【0 0 7 3】

次に、ステップ 6 0 4 で、領域に属する画素値の残差平方和 S を求める。すなわち、

【0 0 7 4】

【数 1】

$$S = \sum_{i=1}^k (P_i - \overline{P_i})^2 \quad (1)$$

【0 0 7 5】

ここで、

P i は画素値、

【0 0 7 6】

【数 2】

$$\overline{P_i}$$

【0 0 7 7】

は、 $P_i$  を中心とする  $N \times N$  領域の画素値の平均値である。また、 $k$  は例えば 8 1 である。

次に、ステップ 6 0 6 で、全ての局所領域について以上の処理を済ませたか否かを判定し、未済の場合はステップ 6 0 8 で局所領域を変更する。これによって例えば隣の  $N \times N$  の領域が新たな局所領域となる。

【0 0 7 8】

この新たな局所領域について、ステップ 6 0 4 の処理を行い、画素値の残差平方和を求める。以下同様にして、画像における全ての局所領域について画素値の残差平方和を求める。

【0 0 7 9】

上記のようにして求めた残差平方和は、

【0 0 8 0】

【数 3】

$$\chi^2$$

【0 0 8 1】

分布となり、その平均値は、

【0 0 8 2】

【数 4】

$$k \cdot \sigma^2$$

【0 0 8 3】

となる。 $k$  が大きい場合は、

【0 0 8 4】

【数5】

$$\chi^2$$

【0085】

分布はガウス (G a u s s) 分布に近づき、そのピーク (p e a k) の位置が、  
ほぼ

【0086】

【数6】

$$k \cdot \sigma^2$$

【0087】

となる。

次に、ステップ610で、残差平方和Sのヒストグラム (h i s t o g r a m) を形成する。

【0088】

図7に、画像が絶対値画像である場合の、残差平方和Sのヒストグラムを概念的に示す。同図に示すように、ヒストグラムは3つの分布曲線a, b, cからなる。

【0089】

分布曲線aはガウス分布曲線であり、一様構造部分におけるノイズによるものである。分布曲線bはレイリー (R a y l e i g h) 分布曲線であり、FOV (F i e l d o f V i e w) のうち対象300が存在しない部分、すなわち、バックグラウンド (b a c k g r o u n d) におけるノイズによるものである。絶対値画像であることにより、バックグラウンドのノイズによるものはガウス分布ではなくレイリー分布となる。分布曲線cは対象の微細構造によるもので、前二者とは異なり不特定な分布を示す。

【0090】

このようなヒストグラムについて、ステップ612で、ピーク位置検出を行う。これによって、ガウス分布曲線aについてはピーク位置s1が検出され、レイ



リー分布曲線 b についてはピーク位置  $s_2$  が検出される。

【0091】

ヒストグラムは実際は離散的（ディスクリート：discrete）な値をとるのでピーク検出に先立って、ステップ 612 で、関数フィッティング（fitting）を行うのが、ピーク位置を精度良く求める点で好ましい。フィッティングに用いる関数としては、例えば、ガウス分布関数およびレイリー分布関数をそれぞれ用いるが、それに限るものではなく、他の適宜の関数であって良い。

【0092】

次に、ステップ 614 で、ノイズの分散を算出する。ノイズの分散の算出はピーク位置  $s_1$  または  $s_2$  に基づいて行われる。

$s_1$ 、 $s_2$  と  $\sigma$  の間にはそれぞれ、

【0093】

【数 7】

$$S_1 = k \cdot \sigma^2 \quad (2)$$

【0094】

【数 8】

$$S_2 = \left(2 - \frac{\pi}{2}\right) k \cdot \sigma^2 \quad (3)$$

【0095】

の関係があるので、これら関係から  $\sigma$  の値を求める。（2）、（3）式のどちらから求めても  $\sigma$  の値は同じになる。求めた  $\sigma$  の値をノイズ分散  $V_n$  としてメモリに記憶する。

【0096】

分布曲線 c の状態によってはガウス分布曲線 a のピーク位置  $s_1$  が精度良く検出できない場合がある。その場合はレイリー分布曲線 b のピーク位置  $s_2$  に基づいて  $\sigma$  の値を求める。また、バックグラウンド部分の面積の比率が大きい画像では、レイリー分布曲線 b の方がノイズの分散を精度良く求めるのに適する。

【0097】

以上は、絶対値画像の場合であるが、処理対象の画像が正負画像、すなわち、実数部画像または虚数部画像である場合は、バックグラウンド部分におけるノイズは0を中心とする正負の値をとる。

## 【0098】

このため、ステップ610で形成したヒストグラムは、例えば図8に示すようになり、レイリー分布を持たないものとなる。そのような場合は、ステップ614では、ガウス分布曲線aのピーク位置s1に基づいてノイズの分散を求める。

## 【0099】

このようにして、実際に撮影した画像に即したノイズ分散の値を得ることができ。なお、ノイズの分散が予めわかっているときはそれを用い、計算は省略しても良い。

## 【0100】

このようにしてノイズ分散 $V_n$ を求めた後に、図5のフロー図のステップ506で、画像における注目画素を指定する。最初の注目画素は例えば画像の中央部の画素とする。

## 【0101】

次に、ステップ508で注目画素を含む局所領域の画素値分散 $V_i$ を計算する。注目画素を含む局所領域は、図9に示すように、注目画素 $i$ を中心とする例えば $5 \times 5$ のマトリクスとする。なお、マトリクスサイズこれに限るものではなく、適宜のマトリクスサイズとして良い。また、正方マトリクスに限るものではなく、画素を中心とする適宜の領域として良い。以下、局所領域を単に領域ともいう。ステップ508で、画素値分散 $V_i$ を計算するデータ処理部170は、本発明における分散計算手段の実施の形態の一例である。

## 【0102】

画素値分散 $V_i$ の計算には次式が用いられる。

## 【0103】

【数9】

$$V_i = \left( \sum_i^k (P_i - \overline{P_i})^2 \right) / k \quad (4)$$

## 【0104】

ここで、 $k = 25$ である。

次に、ステップ510で、画素値分散 $V_i$ がノイズ分散 $V_n$ より有意に大きい  
か否かを判定する。判定は次式によって行われる。

## 【0105】

【数10】

$$V_i / V_n > \gamma \quad (5)$$

## 【0106】

ここで、

$\gamma$  : 閾値

閾値 $\gamma$ の値としては1より大きい適宜の値が採用される。

## 【0107】

注目画素を含む局所領域における画素値分散がノイズ分散に対して有意に大きくない場合は、その局所領域の画像は格別な構造を持たず、画素値分散はノイズによるものである可能性が高い。

## 【0108】

そこで、そのような場合は、ステップ512で注目画素の画素値を抑制する。  
画素値の抑制は、例えば画素値に係数 $\alpha$ を乗算することによって行う。係数 $\alpha$ の値は1未満の正数であり例えば0.8である。これによって、注目画素の画素値は元の値の例えば0.8倍に縮小される。なお、係数 $\alpha$ の値は0.8に限らず適宜でよい。画素値の抑制は、例えば画素値から予め定められた一定値を減算することによって行うようにしても良い。なお、一定値は画素値の最小値を超えない値とする。

## 【0109】

注目画素を含む局所領域における画素値分散 $V_i$ がノイズ分散 $V_n$ に対して有意に大きい場合は、その局所領域の画像はエッジ (e d g e) 等の特定の構造を持ち、画素値分散は画像の構造によるものである可能性が高い。そこで、そのような場合は、画素値にとくに操作を加えない。これによって注目画素の画素値は

元の値を維持する。このような画素値調節を行うデータ処理部 1 7 0 は、本発明における画素値調節手段の実施の形態の一例である。

#### 【 0 1 1 0 】

次に、ステップ 5 1 4 で全ての注目画素について上記の処理を済ませたか否かを判定し、未済の場合は、ステップ 5 1 6 で、注目画素を例えば隣の画素に変更してステップ 5 0 8 以降の処理を行う。以下、同様の処理を繰り返し、画像 S 1 のすべての画素について画素値調節する。

#### 【 0 1 1 1 】

その後、ステップ 5 1 8 で、すべてのスライスについて上記の処理を済ませたか否かを判定し、未済の場合はステップ 5 2 0 でスライスを変更し、そのスライスの画像について上記と同様な処理を行う。以下、これを繰り返し、すべて画像 S 1 ~ S m の画素について画素値調節を行う。

#### 【 0 1 1 2 】

ステップ 5 0 8 とステップ 5 1 0 の間には、図 1 0 のフロー図に示すようなステップを追加するようしても良い。すなわち、ステップ 7 0 2 で、近隣のスライスにおいて対応する注目画素を含む局所領域の画素値分散  $V_i'$  を計算する。

#### 【 0 1 1 3 】

近隣のスライスとは、ステップ 5 0 8 で画素値分散  $V_i$  を求めたスライスに連なる 1 つ以上のスライスである。そのようなスライスとして、例えば前後または前もしくは後に連なるスライスが採用される。

#### 【 0 1 1 4 】

そして、ステップ 7 0 4 で、それらの画素値分散  $V_i'$  を  $V_i$  に加算し、この加算値を次のステップ 5 1 0 での判定に用いる画素値分散  $V_i$  とする。なお、 $V_i'$  に適宜の重み付けを行って加算するようにしても良い。ステップ 7 0 2 で画素値分散を計算するデータ処理部 1 7 0 は、本発明における画素値分散計算手段の実施の形態の一例である。ステップ 7 0 4 で画素値分散を加算するデータ処理部 1 7 0 は、本発明における加算手段の実施の形態の一例である。

#### 【 0 1 1 5 】

このようにして求めた画素値分散  $V_i$  には複数のスライスにまたがる構造が反

映されるので、例えば1つのスライス上では1つの点としてしか現れない、スライスを貫く方向の血流像がある場合でも、その構造を的確に反映した画素値分散を得ることができ、それに基づいてよりの確な画素値調節を行うことができる。

#### 【0116】

図11に、上記のような画素値調節の効果を、画素値のプロファイル (profile) の変化によって示す。同図のBは画素値調節前のプロファイルであり、バックグラウンドノイズ (background noise) の上に明確な血流像b1と微弱な血流像b2が存在する。

#### 【0117】

このようなプロファイルが、上記の画素値調節の結果、血流像b1、b2の画素値がそのまま、バックグラウンドノイズの画素値が例えば0.8倍に抑制されるので、同図のAのようなプロファイルが得られる。プロファイルAにおいては、血流像b1はもとより、元の画像において微弱であった血流像b2もバックグラウンドノイズに対して格差が拡大し明確化される。これによって、元の画像において微弱であった血流像b2の顕在性を高めることができる。

#### 【0118】

図12に、画素値調節の他の効果を示す。同図のP、Qはスライスを異にする2つの画像のプロファイルであり、プロファイルQのバックグラウンドノイズレベル (background noise level) がプロファイルPの明確な血流像b1の信号強度より大きくなっている。

#### 【0119】

上記の画素値調節により、このようなプロファイルにおいてバックグラウンドノイズの画素値が例えば0.8倍に抑制されることにより、同図のQ'のように、ノイズレベルが血流像b1、b2の信号強度より低下したプロファイルが得られる。これによって、血流像b1、b2をスライスQの画像のノイズレベルに対しても格差を明確化することができ、両者を顕在化することができる。

#### 【0120】

図13に、画素値調節の他の手順のフロー図を示す。同図において図5に示したステップと同様なステップは同一の符号を付して説明を省略する。図5に示し

た手順との相違はステップ 5 1 0 での判定の後の画素値処理にある。

#### 【0 1 2 1】

すなわち、注目画素を含む局所領域における画素値分散がノイズ分散に対して有意に大きい場合は、ステップ 5 1 2' で注目画素の画素値を強調する。画素値の強調は、例えば画素値に係数  $\beta$  を乗算することによって行う。係数  $\beta$  の値は 1 を超える正数であり例えば 1. 2 である。これによって、注目画素の画素値は元の値の例えば 1. 2 倍に拡大される。なお、係数  $\beta$  の値は 1. 2 に限らず適宜でよい。画素値の強調は、係数乗算を乗算する代わりに、例えば画素値に予め定められた一定値を加算することにより行うようにしても良い。

#### 【0 1 2 2】

注目画素を含む局所領域における画素値分散  $V_i$  がノイズ分散  $V_n$  に対して有意に大きくない場合は、画素値にとくに操作を加えない。これによって注目画素の画素値は元の値を維持する。このような画素値調節を行うデータ処理部 1 7 0 は、本発明における画素値調節手段の実施の形態の一例である。

#### 【0 1 2 3】

図 1 4 に、上記のような画素値調節の効果を、画素値のプロファイルの変化によって示す。同図に示すように、画素値調節前のプロファイルにおける血流像  $b_1$  と血流像  $b_2$  が、上記の画素値調節の結果、血流像  $b_1'$  ,  $b_2'$  のようにそれぞれ画素値が拡大される。これによって、バックグラウンドノイズに対する格差が拡大し顕在性が高まる。

#### 【0 1 2 4】

図 1 5 に、画素値調節の他の効果を示す。同図の P, Q はスライスを異にする 2 つの画像のプロファイルであり、プロファイル Q のバックグラウンドノイズレベルがプロファイル P の明確な血流像  $b_1$  の信号強度より大きくなっている場合でも、上記の画素値調節により、プロファイル P における血流像  $b_1$  ,  $b_2$  の画素値が例えば 1. 2 倍に拡大されて血流像  $b_1'$  ,  $b_2'$  となる。これによって、血流像  $b_1'$  ,  $b_2'$  をスライス Q の画像のノイズレベルに対しても顕在化することができる。

#### 【0 1 2 5】

以上のような画素値調節がなされたマルチスライス画像について、図 3 のフロー図のステップ 3 0 6 で、最大値投影 (M I P : M a x i m u m I n t e n s i t y P r o j e c t i o n) が行われる。ステップ 3 0 6 で最大値投影を行うデータ処理部 1 7 0 は、本発明における最大値投影手段の実施の形態の一例である。

## 【 0 1 2 6 】

以上のような機能をコンピュータに実現させるプログラムが、記録媒体に、コンピュータで読み取り可能なように記録される。記録媒体としては、例えば、磁気記録媒体、光記録媒体、光磁気記録媒体およびその他の方式の適宜の記録媒体が用いられる。記録媒体は半導体記憶媒体であっても良い。本書では記憶媒体は記録媒体と同義である。

## 【 0 1 2 7 】

図 1 6 に、最大値投影の概念図を示す。同図に示すように、マルチスライス画像  $S_1 \sim S_m$  を貫く視線  $E$  に沿って画素値の最大値を抽出し、これを投影像  $R$  の画素値とする。視線  $E$  は投影像  $R$  の画素数に等しい複数の視線が設定される。

## 【 0 1 2 8 】

前述のような画素値調節により、全ての画像  $S_1 \sim S_m$  において血流像とノイズとの格差が強調されているので微弱な血流像もノイズに埋もれることなく明瞭に描出されている。したがって、微弱な血流像まで明確な M I P 画像を得ることができる。このような M I P 画像が、ステップ 3 0 8 で表示部 1 8 0 に表示される。

## 【 0 1 2 9 】

以上、画像処理を磁気共鳴撮影装置のデータ処理部で行う例で説明したが、画像処理は、例えば EWS (E n g i n e e r i n g W o r k S t a t i o n) や PC (p e r s o n a l c o m p u t e r) 等、磁気共鳴撮影装置とは別体のデータ処理装置で行うようにしても良いのはもちろんである。

## 【 0 1 3 0 】

また、画像撮影装置が MRI 装置である例で説明したが、それに限るものではなく、例えば X 線 CT (C o m p u t e d T o m o g r a p h y) 装置、X 線

撮影装置、PET (P o s i t r o n E m i s s i o n T o m o g r a p h y)、ガンマカメラ (γ c a m e r a) 等、他の方式の画像撮影装置であって良い。

【0 1 3 1】

また、医用画像を処理する例で説明したが、処理対象は医用画像に限るものではなく、例えば光学器械で撮影したデジタル画像等、多様な画像の画像処理を行うことが可能である。

【0 1 3 2】

以上、好ましい実施の形態の例に基づいて本発明を説明したが、本発明が属する技術の分野における通常の知識を有する者は、上記の実施の形態の例について、本発明の技術的範囲を逸脱することなく種々の変更や置換等をなし得る。したがって、本発明の技術的範囲には、上記の実施の形態の例ばかりでなく、特許請求の範囲に属する全ての実施の形態が含まれる。

【0 1 3 3】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、画像の実質的構造に関わる画素とそれ以外の画素との格差を強調する画像処理方法および装置、そのような画像処理機能をコンピュータに実現させるプログラムを記録した媒体、並びに、そのような画像処理装置を備えた画像撮影装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態の一例の装置のブロック図である。

【図 2】

本発明の実施の形態の一例の装置のブロック図である。

【図 3】

図 1 または図 2 に示した装置の動作のフロー図である。

【図 4】

マルチスライス画像の概念図である。

【図 5】



図 3 に示したフロー図の一部の詳細なフロー図である。

【図 6】

図 5 に示したフロー図の一部の詳細なフロー図である。

【図 7】

ヒストグラムの概念図である。

【図 8】

ヒストグラムの概念図である。

【図 9】

注目画素と局所領域の関係を示す図である。

【図 1 0】

図 5 に示したフロー図の一部に挿入する手順のフロー図である。

【図 1 1】

画素値調節の効果を示す画像プロファイルの一例である。

【図 1 2】

画素値調節の効果を示す画像プロファイルの一例である。

【図 1 3】

図 3 に示したフロー図の一部の詳細なフロー図である。

【図 1 4】

画素値調節の効果を示す画像プロファイルの一例である。

【図 1 5】

画素値調節の効果を示す画像プロファイルの一例である。

【図 1 6】

最大値投影の概念図である。

【符号の説明】

1 0 0, 1 0 0' マグネットシステム

1 0 2 主磁場コイル部

1 0 2' 主磁場マグネット部

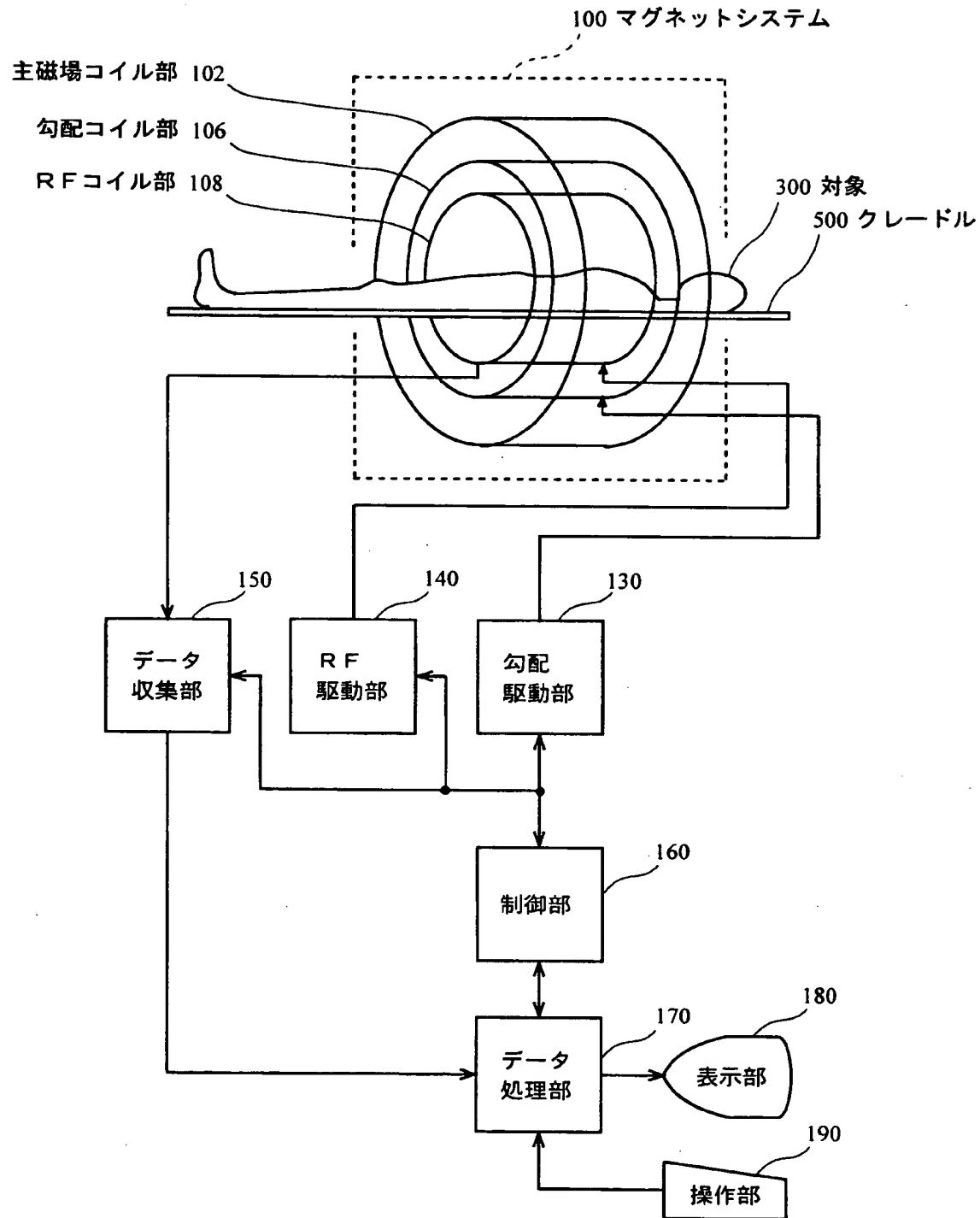
1 0 6, 1 0 6' 勾配コイル部

1 0 8, 1 0 8' R F コイル部

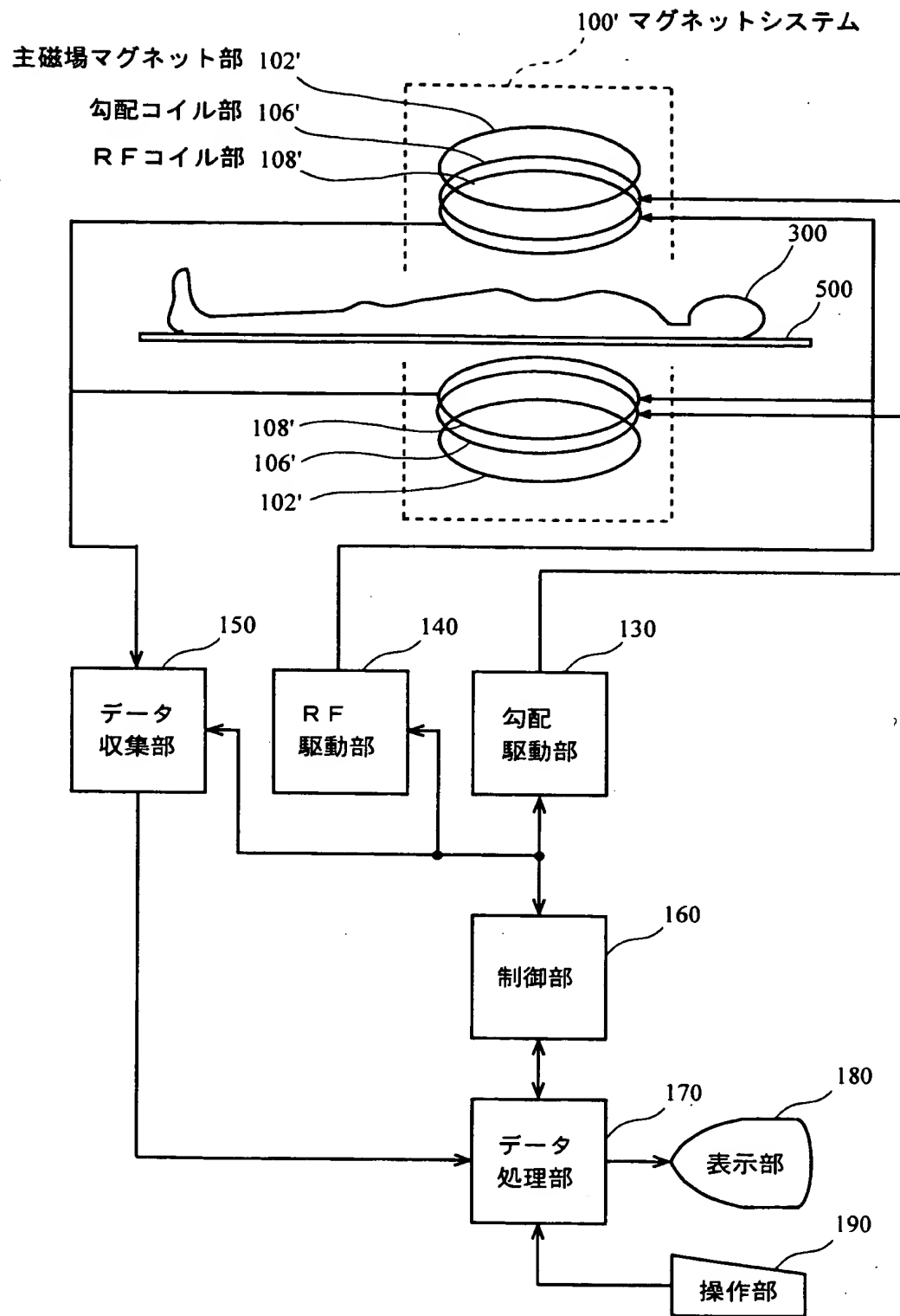
- 1 3 0 勾配駆動部
- 1 4 0 R F 駆動部
- 1 5 0 データ収集部
- 1 6 0 制御部
- 1 7 0 データ処理部
- 1 8 0 表示部
- 1 9 0 操作部
- 3 0 0 対象
- 5 0 0 クレードル

【書類名】 図面

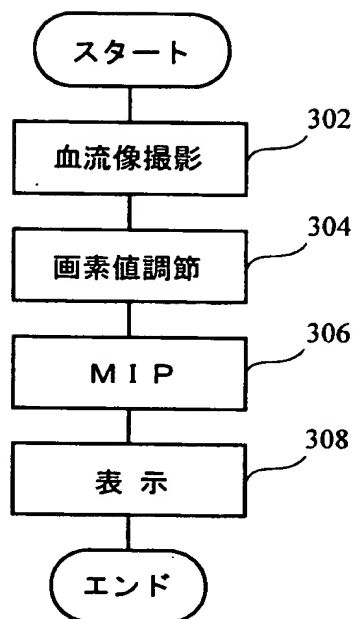
【図 1】



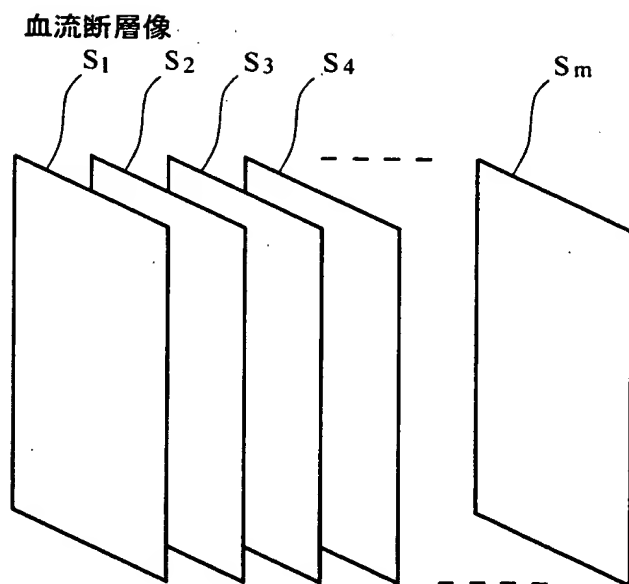
【図 2】



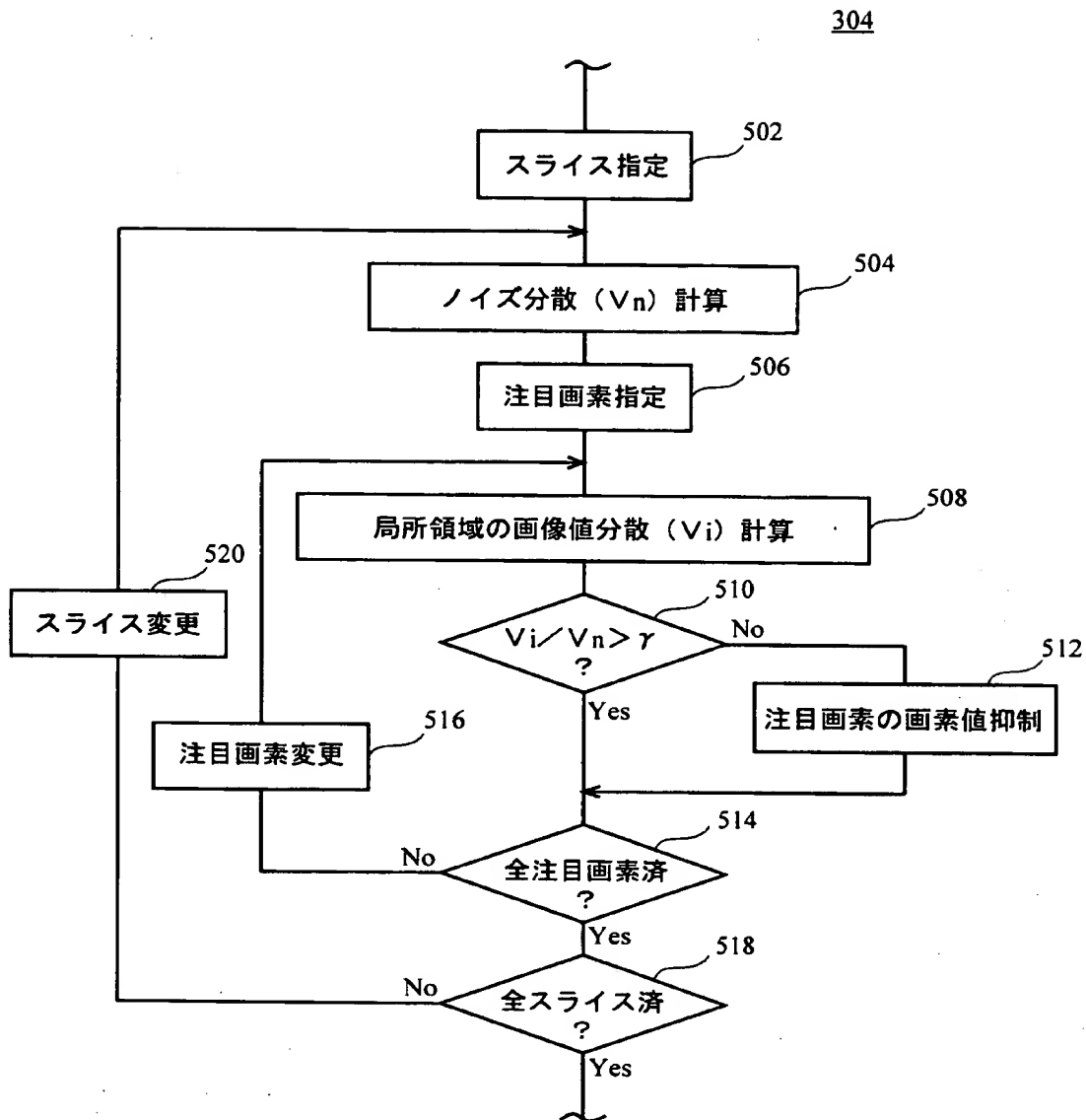
【図 3】



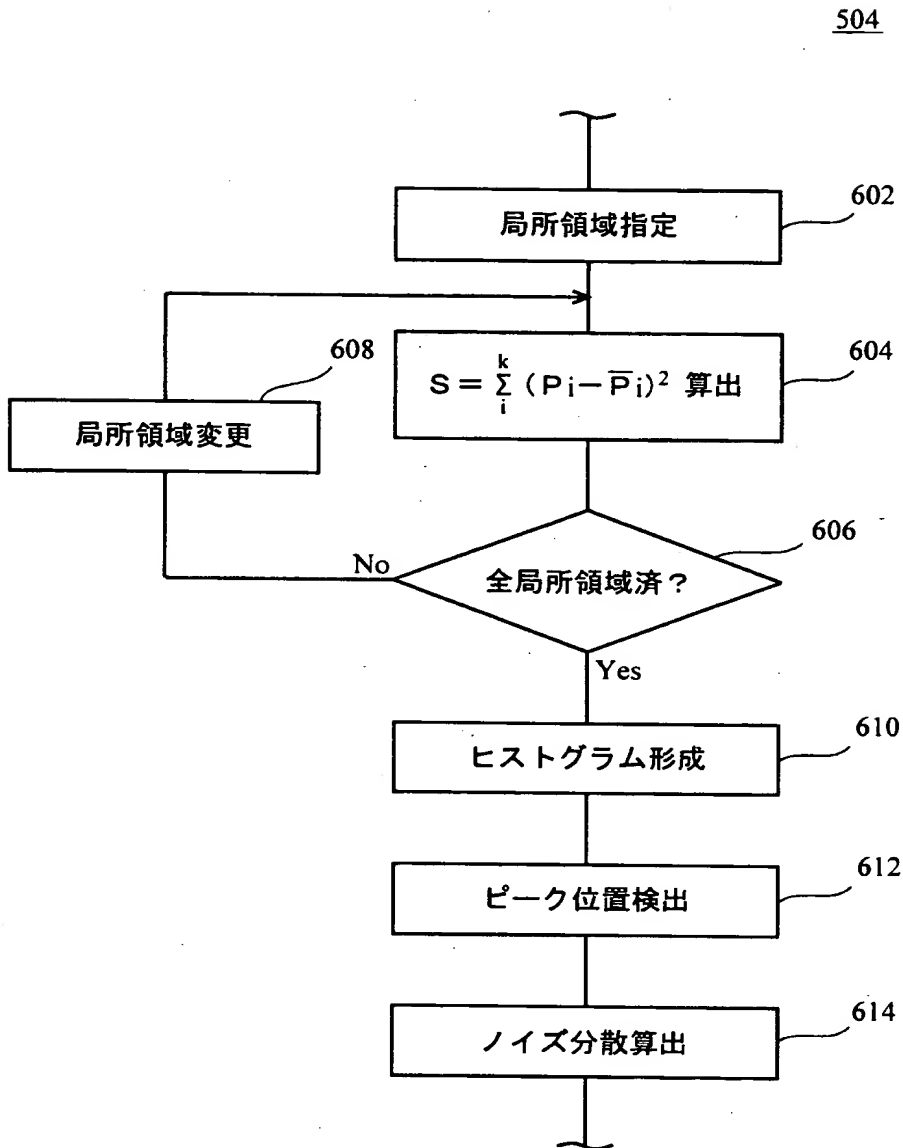
【図 4】



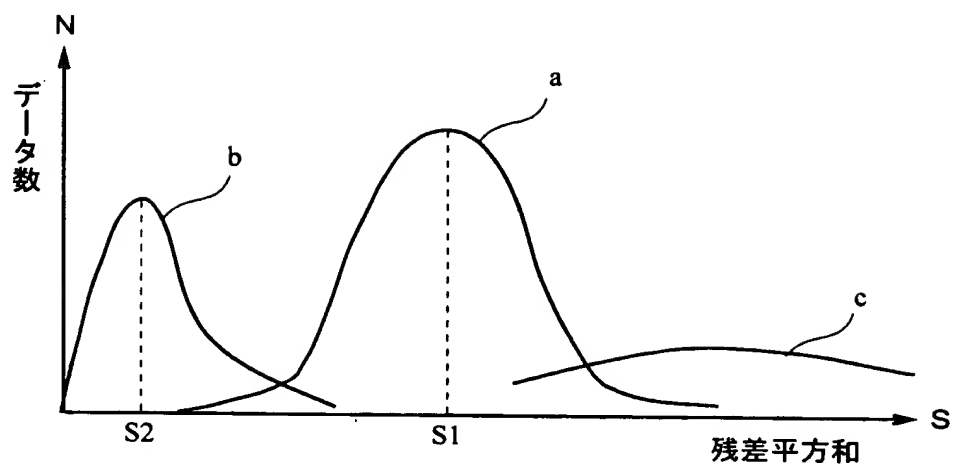
【図 5】



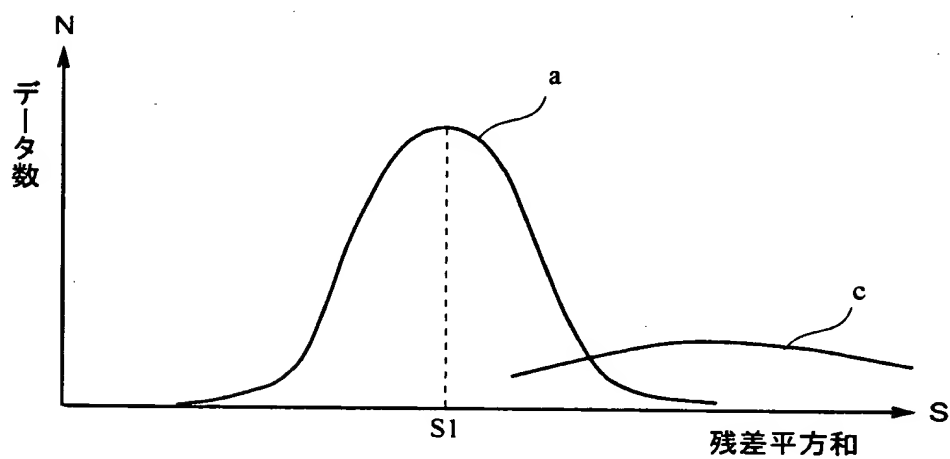
【図 6】



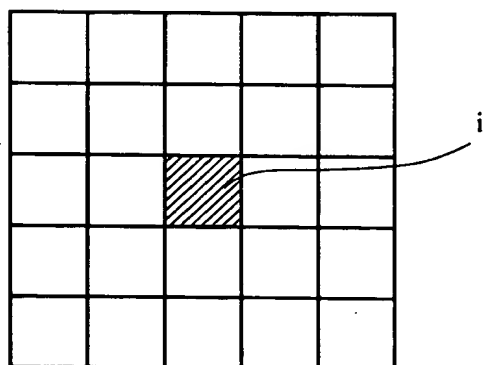
【図 7】



【図 8】

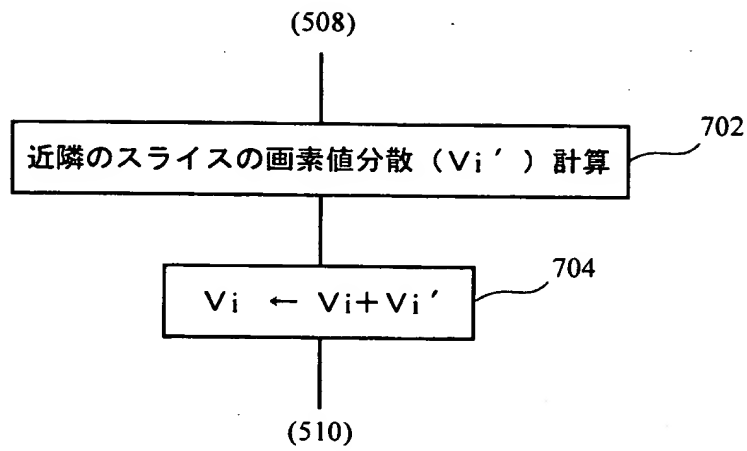


【図 9】

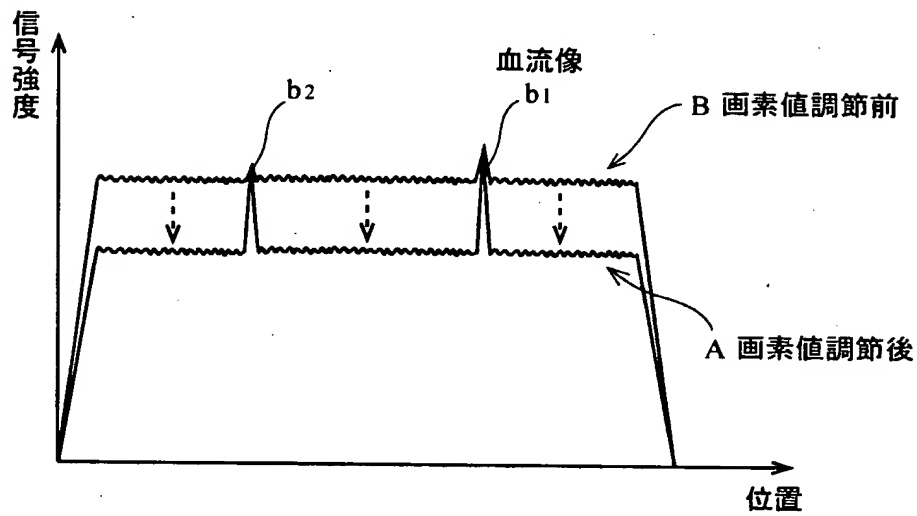




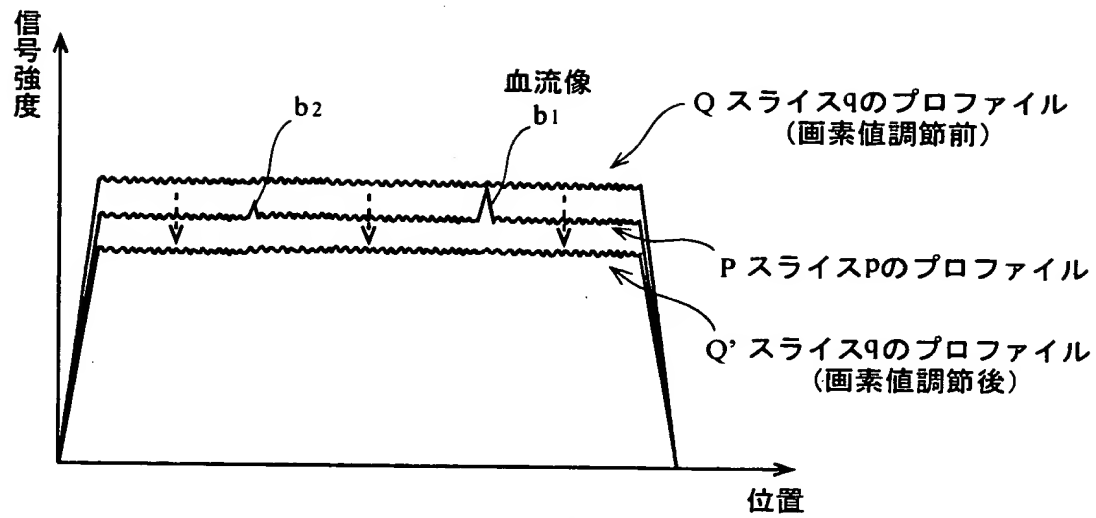
【図10】



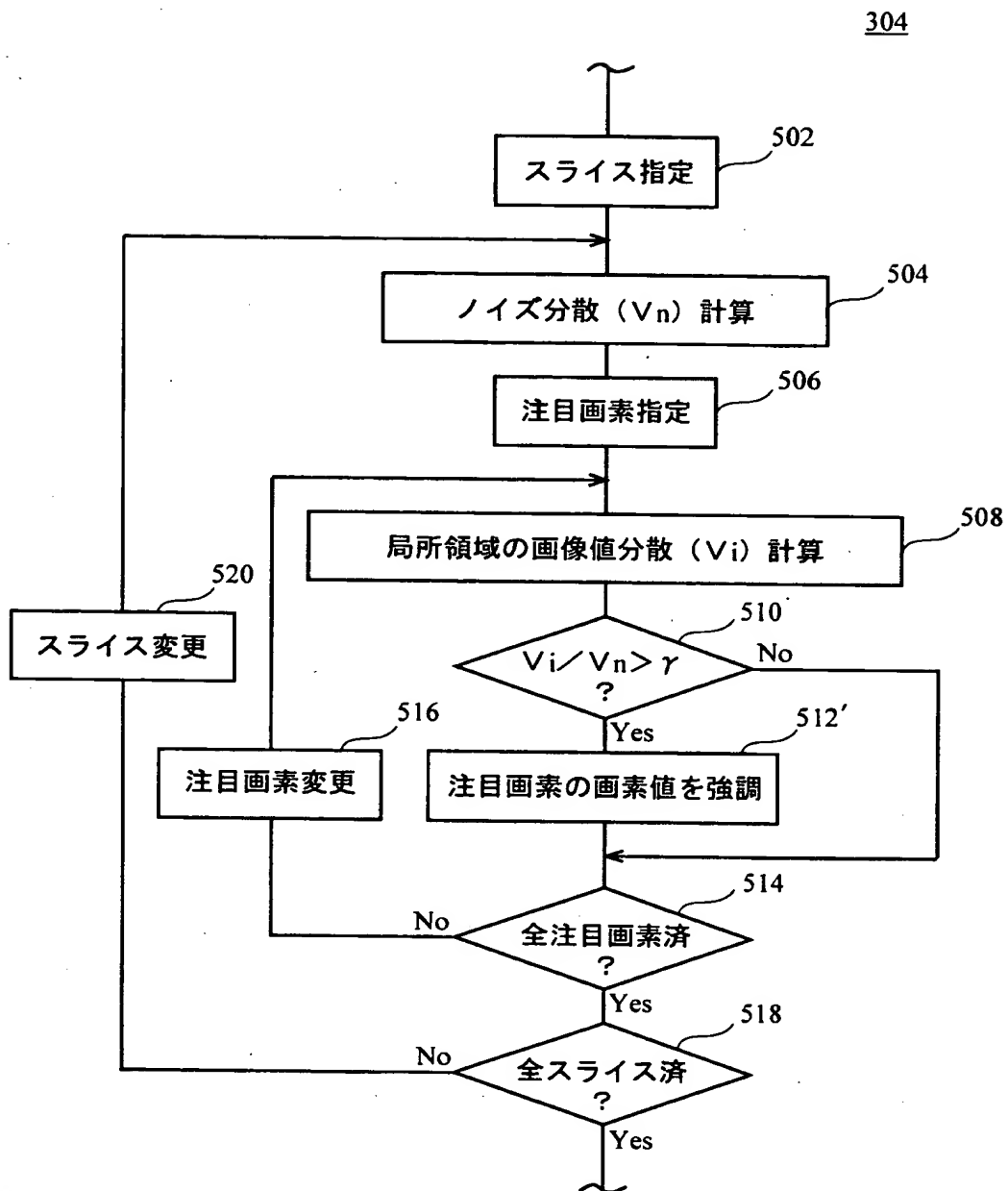
【図11】



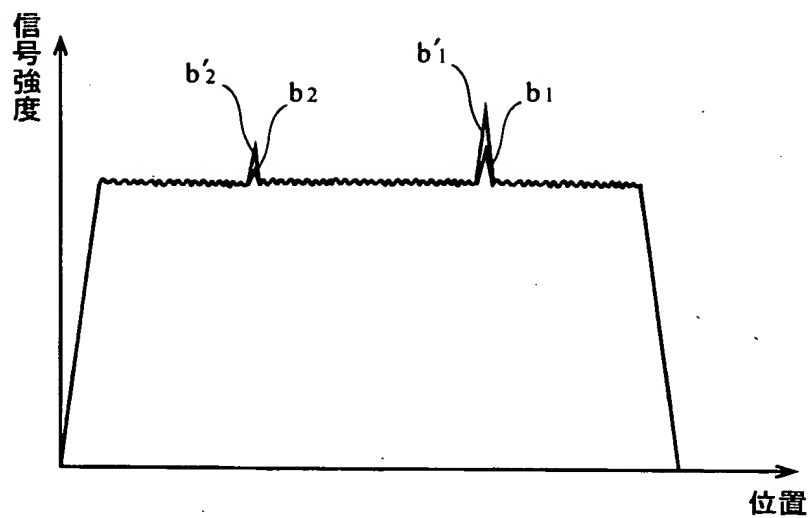
【図 1 2】



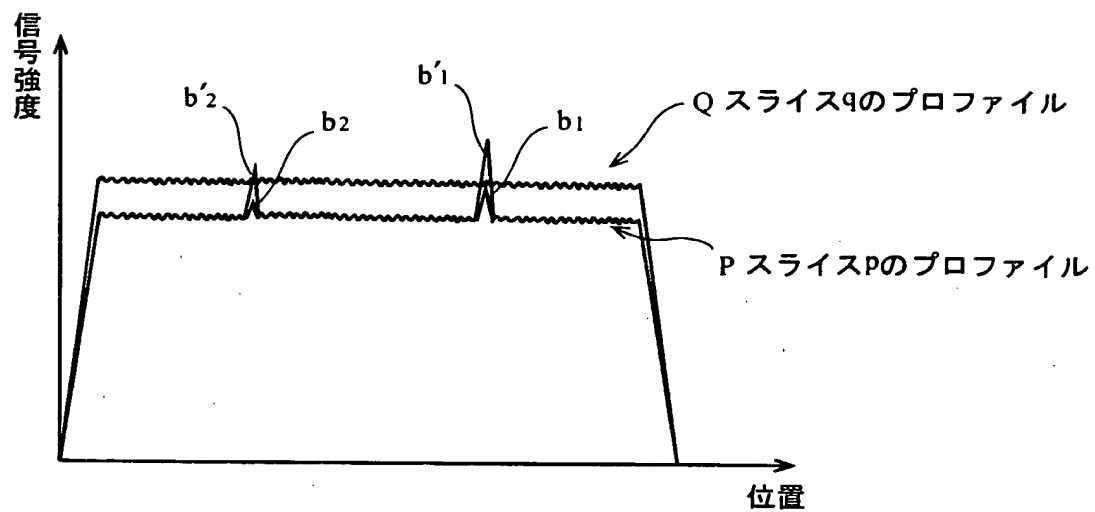
【図 13】



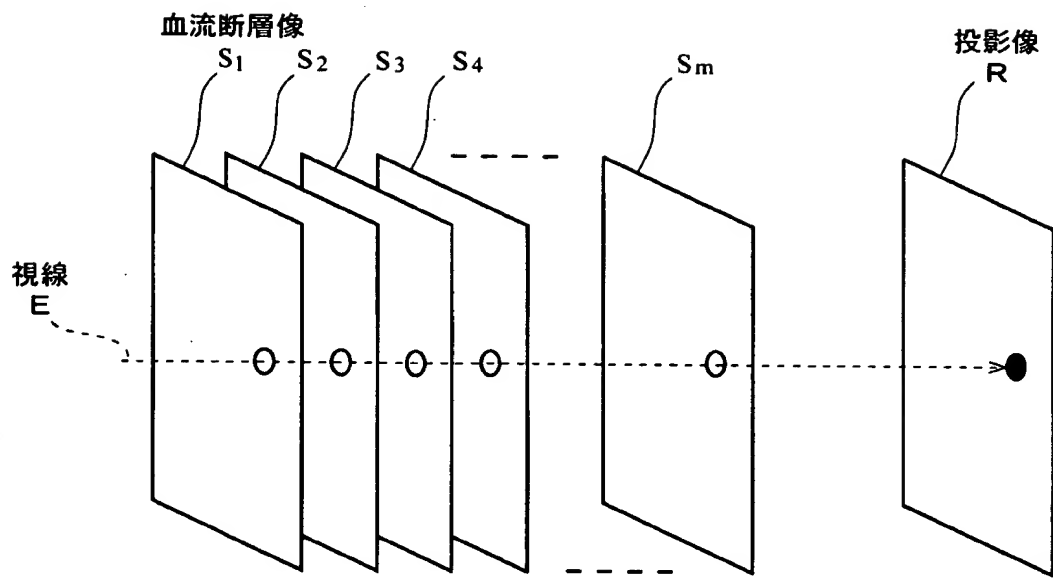
【図 14】



【図 15】



【図 1 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画像の実質的構造に関わる画素とそれ以外の画素との格差を強調する

。 【解決手段】 画像を構成する画素を個々に注目画素としてこの注目画素が属する局所領域における画素値の分散をそれぞれ求め（508）、画素値の分散がノイズの分散より有意に大きいときは注目画素の画素値を維持し、そうでないときは注目画素の画素値を抑制する（510, 512）。

【選択図】 図5



特 2000-369444

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [300019238]

1. 変更年月日 2000年 3月15日

[変更理由] 名称変更

住 所 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53188・ワウケシャ  
・ノース・グランドビュー・ブルバード・ダブリュー・71  
0・3000

氏 名 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー  
・カンパニー・エルエルシー